

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-172756

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 33/02  
33/12

識別記号

F I

H 0 5 B 33/02  
33/12

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-334338

(22) 出願日 平成8年(1996)12月13日

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(72) 発明者 細川 地潮

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 楠本 正

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 小藤 武樹

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

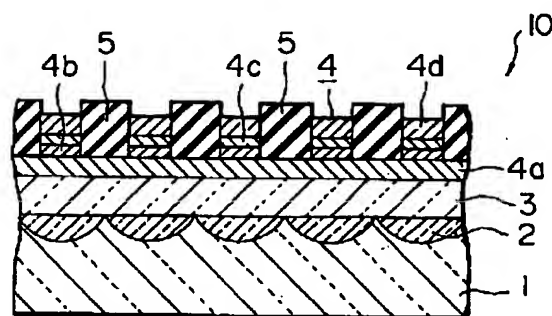
(74) 代理人 弁理士 中村 静男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 有機EL発光装置

(57) 【要約】

【課題】 発光源として有機EL素子を利用している有機EL発光装置については、光取り出し効率を向上させることが望まれており、また、有機EL素子を画素として用いたディスプレイパネルでは、正面からみたときの輝度の向上および画像の歪みの低減が望まれている。

【解決手段】 透光性基板の片面上に直接または下地層を介して1もしくは複数の有機EL素子を設けることによって有機EL発光装置を作製するにあたり、有機EL素子を構成している下部電極と前記の透光性基板の外側表面との間に、前記の有機EL素子と平面視上一対一に対応するようにして集光用レンズを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性基板、該透光性基板の片面上に直接または下地層を介して設けられた1もしくは複数の有機EL素子、および、該有機EL素子を構成している下部電極と前記透光性基板の外側表面との間に設けられた1もしくは複数の集光用レンズを有し、前記有機EL素子と前記集光用レンズとが平面視上一対一に対応するようにして設けられていることを特徴とする有機EL発光装置。

【請求項2】 集光用レンズが透光性基板中に形成されている、請求項1に記載の有機EL発光装置。

【請求項3】 透光性基板の片面上に下地層を介して有機EL素子が設けられており、集光用レンズが前記の下地層中に形成されている、請求項1に記載の有機EL発光装置。

【請求項4】 集光用レンズが屈折率分布型の平面マイクロレンズである、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の有機EL発光装置。

【請求項5】 有機EL素子が実質的に平坦な面上に設けられている、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の有機EL発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1または複数の有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子を発光源として有している有機EL発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は自己発光素子であるため視認性が高く、また、無機EL素子に比べて印加電圧を大幅に低下させることができるため、当該有機EL素子を発光源として用いた光源、ディスプレイパネル（この場合、有機EL素子は画素として利用される。）等の発光装置（有機EL発光装置）の開発が活発に進められている。

【0003】上記の特性を有する有機EL素子は、一般に透光性基板上に設けられており、当該透光性基板側を光取り出し面としている。このような有機EL素子を発光源とする有機EL発光装置では、光取り出し面である透光性基板から光（有機EL素子からのEL光）を取り出せる割合が、前記の透光性基板での全反射により、約  $1/(2n^2)$ （ $n$ は透光性基板の屈折率）になる。このため、光取り出し効率を向上させることが望まれている。また、有機EL素子から放射されるEL光は拡散光であるので、当該有機EL素子を画素として用いたディスプレイパネルでは、光の取り出し効率が上記のように低いことと相俟って、正面からみたときの輝度が比較的低い。

【0004】無機EL素子の光取り出し効率を向上させた例ではあるが、特開平4-192290号公報には、画素としての無機EL素子が形成されている透光性基板

の外側表面（無機EL素子が形成されている面とは反対側の表面）上、または、透光性基板上に画素として形成されている無機EL素子を保護するために当該素子上に形成されている保護層上に、画素（無機EL素子）と同等ないしそれ以上の大きさを有する集光用のマイクロレンズを複数個、互いに隣接させて設けた無機EL装置が開示されている。この無機EL装置では、個々のマイクロレンズの凸面を光取り出し面としているので、マイクロレンズを透過してきたEL光が当該マイクロレンズと空気との界面で全反射することが抑えられ、その結果として、光取り出し効率が向上する。

【0005】また、無機EL素子を画素として用いて高精細な表示を得るための例ではあるが、特開平7-37688号公報には、透光性基板に当該基板の厚さ方向に延びる円柱状の高屈折率部を設け、この高屈折率部に対応させて無機EL素子からなる画素を設けたEL素子が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の特開平4-192290号公報に記載されている無機EL装置にならって有機EL装置（有機EL発光装置）を作製することにより、光の取り出し効率が向上した有機EL発光装置を得ること自体は可能である。しかしながら、有機EL素子は面光源であるので、当該有機EL素子と同等ないしそれ以上の大きさを有するマイクロレンズを用いた場合には、このマイクロレンズによっては収束されずに逆に拡散してしまう光路を経て当該マイクロレンズに入射するEL光が必然的に生じる。したがって、同公報に記載されている無機EL装置にならって有機EL発光装置を作製したとしても、当該有機EL発光装置を正面からみたときの輝度については未だ改善の余地がある。

【0007】一方、前記の特開平7-37688号公報に記載されているEL素子にならって、有機EL素子を発光源とするEL素子（有機EL発光装置）を得ること自体は可能であるが、このEL素子（有機EL発光装置）を構成している透光性基板に形成されている高屈折率部を透過したEL光は、同公報の図1に示されているように拡散光である。したがって、当該EL素子（有機EL発光装置）においても、その正面からみたときの輝度については未だ改善の余地がある。

【0008】本発明の目的は、光の取り出し効率および正面からみたときの輝度が共に高いものを容易に得ることが可能な有機EL発光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明の有機EL発光装置は、透光性基板、該透光性基板の片面上に直接または下地層を介して設けられた1もしくは複数の有機EL素子、および、該有機EL素子を構成している下部電極と前記透光性基板の外側表面との間に設けられた1もしくは複数の集光用レンズを有し、前

記有機EL素子と前記集光用レンズとが平面視上一対一に対応するようにして設けられていることを特徴とするものである。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明の有機EL発光装置は、上述したように、透光性基板、当該透光性基板の片面上に直接または下地層を介して設けられた1もしくは複数の有機EL素子を有している。

【0011】ここで、上記の透光性基板としては、主表面同士が実質的に互いに平行な平板状を呈し、かつ、発光層（有機発光材料）からの発光（EL光）に対して高い透過性（概ね80%以上）を与える電気絶縁性物質からなっているものを用いることが好ましい。このような透光性基板の材質の具体例としては、アルカリガラス、無アルカリガラス等の透明ガラスや、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフッ化ビニル、ポリアクリレート、ポリプロピレン、ポリエチレン、非晶質ポリオレフィン、フッ素系樹脂等の透明樹脂、透光性アルミナ、BaTiO<sub>3</sub>、ジルコニア等の透明セラミックス、あるいは石英等が挙げられる。

【0012】さらに、本発明の有機EL発光装置においては、後述するように透光性基板中に集光用レンズが形成されていてもよいので、当該透光性基板としては樹脂製またはガラス製の平板マイクロレンズを用いることもできる。ここで、「平板マイクロレンズ」とは、透明樹脂基板または透明ガラス基板の所望箇所の屈折率を拡散重合法（透明樹脂基板の場合）やイオン交換拡散法（透明ガラス基板の場合）等の方法によって周囲の屈折率よりも高くすることによって、あるいは、透明ガラス基板等の基板の所望箇所に半球状の凹部を形成し、この凹部に前記の基板と異なる屈折率を有する透光性材料をプラズマCVD法等によって堆積させること等によって、前記の基板に所望箇所の平面マイクロレンズ（平凸レンズ）を形成したものである。この平板マイクロレンズにおいては、個々の平面マイクロレンズ（平凸レンズ）の平面部が当該平板マイクロレンズの材料として用いた基板の表面に位置している。

【0013】上述した透光性基板の片面に設けられている有機EL素子の層構成は、透光性基板側を光取り出し面とすることができるものであれば特に限定されるものではない。同様に、有機EL素子を構成する各層の材料も、透光性基板側を光取り出し面とする有機EL素子が得られさえすれば特に限定されるものではない。そして、当該有機EL素子の数は、目的とする有機EL発光装置の用途等に応じて適宜選択可能である。

【0014】透光性基板側を光取り出し面とする有機EL素子の層構成の具体例としては、透光性基板側からの積層順が下記（1）～（4）であるものが挙げられ、

下記（1）～（4）のいずれの層構成の有機EL素子においても、透明電極（下部電極）が陽極として使用され、対向電極が陰極として使用される。

【0015】（1）透明電極（下部電極）／発光層／対向電極

（2）透明電極（下部電極）／正孔注入層／発光層／対向電極

（3）透明電極（下部電極）／発光層／電子注入層／対向電極

（4）透明電極（下部電極）／正孔注入層／発光層／電子注入層／対向電極

【0016】有機EL素子は、前述した透光性基板の片面上に直接設けられていてもよいし、下地層を介して設けられていてもよい。いずれの場合でも、有機EL素子の発光層の厚さが局所的に変動していると素子に輝度ムラが生じ易くなり、また、素子の発光安定性が低下し易くなるので、当該有機EL素子を設ける面は実質的に平坦な面であることが好ましい。実質的に平坦な面上に有機EL素子を設けることにより、当該有機EL素子の発光層の厚さを実質的に均一にすることが容易になり、その結果として、輝度ムラが少なく、また、発光安定性が高い有機EL素子を得ることが容易になる。なお、本発明でいう「実質的に平坦な面」とは、表面粗さの二乗平均値が概ね50nm以下である面を意味する。

【0017】上記の下地層を設けることは、「実質的に平坦な面」を得るための一手段として有用である。また、後述するように、本発明の有機EL発光装置においては、有機EL素子を構成している下部電極（透明電極）と集光用レンズとの距離を特定の範囲内にすることが好ましいので、上記の下地層を設けることは、前記の距離を調節するための一手段としても好適である。

【0018】透光性基板の片面に上記の下地層を設ける場合、その材料としては透明ガラス、透明樹脂、透明セラミックス等を用いることができる。下地層は、例えば別部材として作製した下地層用の板状部材を透明接着剤等を用いて透光性基板上に固着させることによって設けることができる。また、下地層の材料に応じた所望の製膜方法、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、CVD法、ゾルゲル法、塗布法等によって透光性基板上に所定膜厚の層を形成し、必要に応じてその表面を研磨することによっても、透光性基板上に下地層を設けることができる。

【0019】以上説明した透光性基板、有機EL素子および必要に応じて設けられる下地層を有している本発明の有機EL発光装置においては、有機EL素子を構成している下部電極と透光性基板の外側表面との間に1もしくは複数の集光用レンズが設けられている。具体的には、透光性基板中に、または、目的とする有機EL発光装置が前述した下地層を有するものである場合には当該下地層中もしくは透光性基板中に、1もしくは複数の集

光用レンズが形成されている。

【0020】上記の集光用レンズは有機EL素子から放射されるEL光を集光するために使用するものである。当該レンズを透光性基板中に形成する場合には透光性基板の材料の屈折率（絶対屈折率）の方がレンズ材料の屈折率（絶対屈折率）よりも小さくなるように、一方、当該レンズを下地層中に形成する場合には下地層材料の屈折率（絶対屈折率）の方がレンズ材料の屈折率（絶対屈折率）よりも小さくなるように、それぞれの材料を選択する。

【0021】集光用レンズは、収束レンズでありさえすれば組み合わせレンズであってもよいし単レンズであってもよいが、平凸レンズ、両凸レンズ等の単レンズを用いることが好ましく、その屈折率は概ね1.6～1.9であることが好ましい。また、集光用レンズは単焦点レンズであってもよいが、画素としての有機EL素子は点光源ではなく有限の大きさを有するものである。屈折率分布型の平凸レンズのように物体側（有機EL素子側）を意味する。以下同じ。）の光軸上に複数の焦点を有するものを用いることが特に好ましい。

【0022】上記複数の焦点を有するレンズを集光用レンズとして用いれば、単焦点のレンズを用いた場合よりも集光用レンズの光軸に平行な光をEL光をより多く得ることができるので、光取り出し効率を向上させるうえで、また、正面からみたときの輝度が高い有機EL発光装置を得るうえで、有利である。

【0023】集光用レンズとして平凸レンズを使用する場合、この平凸レンズの平面部が有機EL素子側に位置するようにして当該平凸レンズを透光性基板中または下地層中に形成し、両凸レンズを使用する場合には、この両凸レンズの一方の凸面が有機EL素子側に位置するようにして当該平凸レンズを透光性基板中または下地層中に形成する。

【0024】集光用レンズを透光性基板中に形成する場合、当該レンズは透光性基板中に完全に埋設された状態にしてもよいし、その一部が透光性基板の内側表面（有機EL素子が設けられる側の表面）または外側表面に突出している状態にしてもよい。一方、集光用レンズを下地層中に形成する場合、下地層の上面（有機EL素子が設けられる側の面）から突出しないようにして形成する。

【0025】集光用レンズを透光性基板中に形成する場合および下地層中に形成する場合のいずれにおいても、集光用レンズはその光軸が透光性基板の外側表面の法線と実質的に平行になるようにして設ける。また、複数のレンズを設けるときには個々のレンズの中心が透光性基板の外側表面と実質的に平行な1つの平面に位置するようにして設けることが好ましい。

【0026】本発明の有機EL発光装置で使用する集光用レンズの大きさおよびその数は、目的とする有機EL

発光装置の用途等に応じて適宜選択されるが、如何なる用途に使用するものであっても、有機EL素子と集光用レンズとは平面視上一対一に対応するようにして設ける。

【0027】ここで、本発明でいう「有機EL素子と集光用レンズとが平面視上一対一に対応するようにして設けられている」とは、集光用レンズの光軸と平行な方向から集光用レンズおよび有機EL素子を平面視したときに次の(a) および(b) を満たすようにして、有機EL素子と集光用レンズとが設けられていることを意味する。

(a) 1つの有機EL素子は1つの集光用レンズとしか重ならず、かつ、集光用レンズの光軸と有機EL素子の平面視上の中心とが実質的に一致している。

(b) 有機EL素子の大きさが当該有機EL素子に重なっている集光用レンズに外接する大きさ以下、好ましくは互いに重なる大きさ以下、更に好ましくは内接する大きさ以下である。

【0028】上記のように有機EL素子と集光用レンズとを平面視上一対一に対応させて設けることにより、集光用レンズによって平行光に変換されるEL光の割合を高めることが可能になるが、有機EL素子を構成している下部電極の下面（透光性基板側の面）と集光用レンズとの距離dがあまりに遠いと当該レンズによって平行光に変換されるEL光の割合が低下する。有機EL素子の平面視上の大きさ（発光層の平面視上の大きさ）と集光用レンズの平面視上の大きさとの大小関係にもよるが、前記の距離dは集光用レンズの物体側の焦点距離fの概ね2倍以内とすることが好ましく、特に、前記の焦点距離fの概ね0.8～1.2倍とすることが好ましい。なお、本発明でいう前記の「距離d」とは、集光用レンズの中心から有機EL素子を構成している下部電極の下面（透光性基板側の面）までの距離を意味する。

【0029】図2に、透光性基板中に集光用レンズを複数個設けた有機EL発光装置の一例の概略を示す。図2に示した有機EL発光装置20は、透光性基板21の片面側に複数の平凸レンズ（平面マイクロレンズ）22をその平面部が透光性基板21の内側表面（有機EL素子が設けられる側の面。以下同じ。）となるように互いに隣接させて設け、その上下に下地層23を設け、この下地層23上に複数の有機EL素子24を設けたものである。個々の有機EL素子24は、下地層23側から順に下部電極（透明電極）24a、発光層24bおよび対向電極24cを有し、各有機EL素子24は、それぞれ1つの平凸レンズ（平面マイクロレンズ）22と平面視上一対一に対応している。この有機EL発光装置20は例えばディスプレイパネルや光源として使用することができる。

【0030】図3に、透光性基板中および下地層中にそれぞれ集光用レンズを複数個設けた有機EL発光装置の一例の概略を示す。図3に示した有機EL発光装置30

は、透光性基板31の片面側に複数個の平凸レンズ（平面マイクロレンズ）32をその平面部が透光性基板21の内側表面と同一平面上に位置するようにして所定の間隔をあけて設け、その上に、複数個の平凸レンズ33が所定の間隔で形成されている下地層34を設け、この下地層34上に複数の有機EL素子35を設けたものである。下地層34中の平凸レンズ33は、その平面部が下地層34の下面（透光性基板31側の面）と同一平面上に位置するようにして形成されており、かつ、個々の平凸レンズ33は透光性基板31中の平凸レンズ32のいずれかと共同して1つの両凸レンズを形成している。個々の有機EL素子35は、下地層34側から順に下部電極（透明電極）35a、発光層35bおよび対向電極35cを有し、各有機EL素子35は、それぞれ1つの両凸レンズ（平凸マイクロレンズ32と平凸レンズ33とからなるもの）と平面視上一対一に対応している。この有機EL発光装置30は例えばディスプレイパネルとして使用することができる。

【0031】そして図4に、下地層中に集光用レンズを複数個設けた有機EL発光装置の一例の概略を示す。図4に示した有機EL発光装置40は、透光性基板41の片面上に、複数個の平凸レンズ42が互いに隣接して形成されている下地層43を設け、この下地層43上に複数の有機EL素子44を設けたものである。下地層43中の平凸レンズ42は、その平面部が下地層43の上面（有機EL素子44側の面）となるように形成されている。個々の有機EL素子44は、下地層43側から順に下部電極（透明電極）44a、発光層44bおよび対向電極44cを有しており、各有機EL素子44は、それぞれ1つの平凸レンズ42と平面視上一対一に対応している。この有機EL発光装置40は例えばディスプレイパネルとして使用することができる。

【0032】なお、図4に示したような平凸レンズ42が設けられている下地層43を透光性基板41上に形成するにあたっては、透光性基板上に平板マイクロレンズを固着させることの他に、例えば次の手法を適用することができる。まず、上記の透光性基板41として用いるもの以外の所望の基板上に透明樹脂層を形成し、この透明樹脂層をフォトリソグラフィ法等によってドット状にパターンニングする。次いで、この基板を加熱して、ドット状にパターンニングした上記の透明樹脂層を熔融させる。このとき、透明樹脂層からなる各ドットは表面張力により半球状になるので、半球状のまま固化させることによって集光用レンズを得る。次に、前記集光用レンズを被覆するようにして光硬化性樹脂層または熱硬化性樹脂層を形成し、その層の上に所望の透光性基板を配置した後、前記の光硬化性樹脂層または熱硬化性樹脂層を硬化させる。硬化させた後の光硬化性樹脂層または熱硬化性樹脂層が本発明でいう「下地層」となる。この後、集光用レンズを形成するために用いた基板を剥離すること

により、平凸レンズ42が設けられている下地層43を透光性基板41上に形成することができる。

【0033】本発明の有機EL発光装置は、以上説明した透光性基板、有機EL、集光用レンズおよび必要に応じて設けられる下地層を有していればよいが、これらの構成部材以外に色変換膜またはカラーフィルター（マイクロカラーフィルターを含む）、有機EL素子用の封止部等を具備していてもよい。

【0034】上記の色変換膜は透明樹脂層中に蛍光性分子を分散させたものであり、有機EL素子から放射されたEL光を所望の色に変換するために使用される。当該色変換膜は、有機EL素子を構成している下部電極（透明電極）と集光用レンズとの間の所望箇所に設けることができる。また、有機EL発光装置が下地層を有している場合には、当該下地層を色変換膜とすることも可能である。

【0035】以上説明した本発明の有機EL発光装置においては、有機EL素子を構成している下部電極と当該有機EL素子が設けられている透光性基板の外側表面との間に集光用レンズが設けられており、この集光用レンズと有機EL素子とが平面視上一対一に対応していることから、集光用レンズの光軸に平行な光に変換されて（透光性基板の外表面における法線に平行な光に変換されて）出射するEL光の割合を容易に高くすることができる。

【0036】このため、本発明の有機EL発光装置では光取り出し面（透光性基板の外側表面）におけるEL光の拡散の程度を容易に小さくすることが可能であり、その結果として、光の取り出し効率および正面からみたときの輝度を容易に向上させることができる。また、本発明の有機EL発光装置をディスプレイパネルとした場合には、画像の歪みが小さいものを得ることが可能である。上記の特性を有する本発明の有機EL発光装置は、面光源やディスプレイパネルとして好適である。

#### 【0037】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

#### 実施例1

##### （1）有機EL発光装置の作製

まず、透光性基板として、イオン交換法によってガラス基板中にレンズ直径が $100\mu\text{m}$ の平面マイクロレンズ（平凸レンズ）が $100\mu\text{m}$ ピッチで $100\times 200$ 個形成されている平板マイクロレンズ（日本板硝子（株）製）を用意した。この平板マイクロレンズに形成されている個々の平面マイクロレンズの焦点距離 $f$ は $220\mu\text{m}$ であり、当該平面マイクロレンズは集光用レンズとして使用される。また、下地層用の平板状部材として、表面を研磨してその表面粗さの二乗平均値を $20\text{nm}$ とした厚さ $200\mu\text{m}$ の薄板ガラスを用意した。そして、上記の平板マイクロレンズにおいて平面マイクロレンズ（平凸レンズ）の平面部が当該平板マイクロレンズの表面の

一部となっている側の面上に、上記の薄板ガラスを透明接着剤によって固着させた。このとき、透明接着剤層の膜厚と薄板ガラスの厚さの和は $220\mu\text{m}$ であった。

【0038】この後、上記の薄板ガラス上に以下の要領で有機EL素子を設けた。まず、DCマグネトロンスパッタリング法によって、上記の薄板ガラス上に膜厚 $200\text{nm}$ の $\text{In-Zn-O}$ 系非晶質酸化物膜を製膜した。このとき、スパッタリングターゲットとしては $\text{In}_2\text{O}_3$ と $\text{ZnO}$ とからなる焼結体 ( $\text{In}$ の原子比 $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})=0.67$ ) を用い、真空槽へはアルゴンガスと酸素ガスとの混合ガス ( $\text{Ar}:\text{O}_2=1000:2.8$  (体積比)) を真空槽内圧力が $3\times 10^{-1}\text{Pa}$ となるように導入し、スパッタリング出力を $20\text{W}$ に、また、基板温度を室温に設定してスパッタリングを行った。

【0039】次に、フォトリソグラフィー法によって上記の $\text{In-Zn-O}$ 系非晶質酸化物膜をパターニングして、幅 $70\mu\text{m}$ の帯状を呈する下部電極 (透明電極) を $100\mu\text{m}$ ピッチで計 $100$ 本、ストライプ状に形成した。

【0040】上記の下部電極まで形成した透光性基板 (平板マイクロレンズ) をイソプロピルアルコール中に浸漬して超音波洗浄を行った後、サムコインターナショナル社製の紫外線照射機UV-300を用いて、紫外線とオゾンとを併用して $30$ 分間洗浄した。

【0041】洗浄後の透光性基板 (下部電極まで形成されている平板マイクロレンズ) を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに取り付け、当該透光性基板において上記の下部電極が形成されている面上に膜厚 $25\text{nm}$ の第1の正孔注入層、膜厚 $40\text{nm}$ の第2の正孔注入層、膜厚 $60\text{nm}$ の発光層および膜厚 $200\text{nm}$ の対向電極 (陰極) を順次製膜することにより、前記の薄板ガラス (下地層) 上に所定個の有機EL素子を設けた。

【0042】このとき、第1の正孔注入層の材料としてはCu配位のフタロシアニン (以下、「CuPc」と略記する。) を、第2の正孔注入層の材料としてはN,N'-ビス (3-メチルフェニル) -N,N'-ジフェニル (1,1'-ビフェニル) -4,4'-ジアミン (以下、「TPD」と略記する。) を、発光層の材料としては8-キノリノールアルミニウム錯体 (以下、「Alq」と略記する。) を、対向電極の材料としてはAl-Li合金 (Li含量; 2重量%) を用い、いずれの層を製膜するにあたって、真空槽内圧力は $5\times 10^{-4}\text{Pa}$ とした。

【0043】また、対向電極の製膜は所定のマスクを用いて行い、対向電極と前述した下部電極とが平面視上直交するように、かつ、対向電極と下部電極の平面視上の各交差部が透光性基板 (平板マイクロレンズ) 中に設けられているいずれかの平面マイクロレンズに平面視上外接するようにして、 $100\mu\text{m}$ ピッチで計 $200$ 本、幅

$70\mu\text{m}$ の対向電極を形成した。

【0044】なお、対向電極同士は、予め薄板ガラス表面から下部電極上にかけて所定の間隔で立設した絶縁体リブによって隔てられており、陰極分離加工ができるようになっている。この絶縁体リブは、第1の正孔注入層の製膜に先立って、絶縁体膜を製膜後にエッチングすることによって (フォトリソグラフィー法によって) 形成されたものである。

【0045】上記のようにして有機EL素子まで形成することにより、目的とする有機EL発光装置が得られた。この有機EL発光装置の概略を図1に示す。図1に示すように、上記の有機EL発光装置10では、平板マイクロレンズからなる透光性基板1において平面マイクロレンズ (平凸レンズ; 集光用レンズ) 2が形成されている側の面上に薄板ガラスからなる下地層3が設けられており、この下地層3上に平面視上の大きさが $70\times 70\mu\text{m}$ の有機EL素子4が $100\times 200$ 個設けられている。集光用レンズである平面マイクロレンズ2と有機EL素子4とは、平面視上一対一に対応するようにして設けられている。すなわち、平面マイクロレンズ2の光軸と平行な方向から当該平面マイクロレンズ2および有機EL素子4を平面したときに、平面視上の大きさが $70\times 70\mu\text{m}$ の有機EL素子4が直径 $100\mu\text{m}$ の平面マイクロレンズ2に実質的に内接するようにして、設けられている。

【0046】個々の有機EL素子4は、 $\text{In-Zn-O}$ 系非晶質酸化物膜からなる下部電極 (透明電極) 4aと、この下部電極4a上に形成された2層構造 (CuPc膜からなる第1の正孔注入層とTPD膜からなる第2の正孔注入層) の正孔注入層4bと、この正孔注入層4b上に形成されたAlq膜からなる発光層4cと、この発光層4c上に形成されたAl-Li合金膜からなる対向電極4dとからなっている。そして、対向電極4d同士は、下地層3表面から下部電極4a上にかけて立設された絶縁体リブ5によって隔てられている。

【0047】上記の構造を有する有機EL発光装置10においては、下地層3の厚さが $200\mu\text{m}$ で、この下地層3が厚さ $20\mu\text{m}$ の透明接着層 (図示せず) によって透光性基板1上に固着されていることから、有機EL素子4を構成している下部電極4aと平面マイクロレンズ2との距離dは、平面マイクロレンズ2の焦点距離fと同じ $220\mu\text{m}$ である。この有機EL発光装置10は、個々の有機EL素子4を画素として利用することができるので、ディスプレイパネルとして使用することができる。このとき、各有機EL素子4は緑色に発光する。

【0048】(2) 表示特性試験

上記(1)で作製した有機EL発光装置を所定の駆動回路に接続して、デューティ比 $1/100$ 、駆動電圧 $10\text{V}$ の条件で単純マトリックス駆動を行った。全ての有機EL素子を発光させ、このときの輝度を有機EL発光

装置の正面から測定したところ、 $210\text{cd}/\text{m}^2$  という結果が得られた。また、この有機EL発光装置によって文字表示を行ったところ、表示された文字には実質的に歪みが認められなかった。

#### 【0049】比較例1

透光性基板としてガラス基板を用い、かつ、有機EL素子を構成する下部電極と前記のガラス基板の外側表面（有機EL素子が設けられる面とは反対側の面）との間に集光用レンズ（平面マイクロレンズ）を設けなかった以外は実施例1（1）と同様に、有機EL発光装置を作製した。この有機EL発光装置について実施例1（2）と同条件で正面からみたときの輝度を測定したところ、 $100\text{cd}/\text{m}^2$  であった。

#### 【0050】放射強度の角度分布の測定

実施例1（1）で作製した有機EL発光装置および比較例1で作製した有機EL発光装置それぞれについて、1画素の有機EL素子を発光させたときの放射強度の角度分布を測定し、立体角による積分を行った。その結果、実施例1（1）で作製した有機EL発光装置の単位画素（有機EL素子）からの発光出力は、比較例1で作製した有機EL波高装置の単位画素（有機EL素子）からの発光出力の2.1倍であることが判明した。このことは、実施例1（1）で作製した有機EL発光装置の光取り出し効率の方が比較例1で作製した有機EL発光装置の光取り出し効率よりも高いことを示している。

#### 【0051】実施例2

有機EL素子の平面視上の大きさを $50 \times 50\mu\text{m}$ とし、かつ、有機EL素子を構成している下部電極と平面マイクロレンズとの距離 $d$ を当該平面マイクロレンズの焦点距離 $f$ の1.2倍とした以外は実施例1と同様に、 $100 \times 200$ 個の有機EL素子を有している有機

EL発光装置を作製した。この有機EL発光装置について実施例1（2）と同条件で表示特性試験を行ったところ、全ての有機EL素子を発光させたときの輝度（有機EL発光装置の正面から測定した輝度）は $250\text{cd}/\text{m}^2$ であり、また、文字表示を行ったときに文字の歪みは認められなかった。

#### 【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば光の取り出し効率および正面からみたときの輝度が共に高い有機EL発光装置を容易に提供することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1で作製した有機EL発光装置の概略を示す部分断面図である。

【図2】本発明の有機EL発光装置の一構成部材である集光用レンズの配設位置および配設仕様の一例を説明するための概略断面図である。

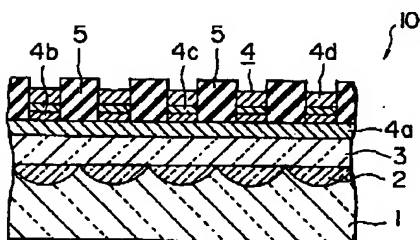
【図3】本発明の有機EL発光装置の一構成部材である集光用レンズの配設位置および配設仕様の他の一例を説明するための概略断面図である。

【図4】本発明の有機EL発光装置の一構成部材である集光用レンズの配設位置および配設仕様の他の一例を説明するための概略断面図である。

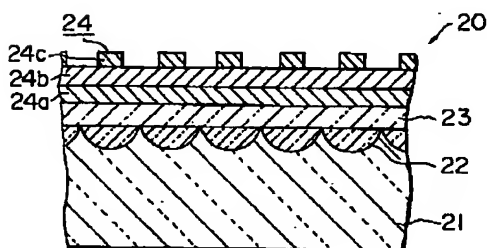
#### 【符号の説明】

10、20、30、40…有機EL発光装置、 1、2、1、31、41…透光性基板、 2、22、32、33、42…集光用レンズ（平面マイクロレンズ）、 3、23、34、43…下地層、 4、24、35、44…有機EL素子、4a、24a、35a、44a…有機EL素子を構成している下部電極（透明電極）。

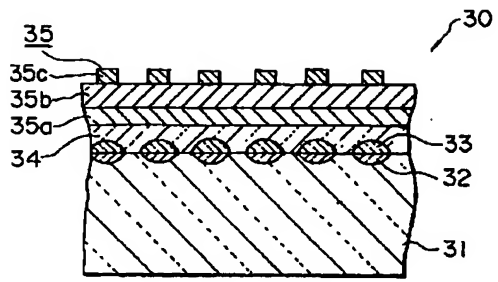
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

